

MAR 14 2005

(19) JAPAN PATENT OFFICE (JP)

(12) OFFICIAL PATENT BULLETIN (A)

(11) PATENT BULLETIN NO.

~~HEI2-289315~~

(43) DATE OF PUBLICATION

June 10, 1992

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	Classification Code	Reference No.
F 16 H 7/02	Z	7233-3J
G 03 G 15/00	101	7635-2H

Examination Required: Not Required

No. of Claims: 1 (Total: 4 pages)

(54) Name of the Invention: **BELT DRIVE**

(21) Patent Application No. HEI2-289315

(22) Date of Application: October 26, 1990

(72) Name of the Inventor: Shinji Eto

c/o Ricoh Co. Ltd.

1-3-6 Nakamagome, Oota-ku, Tokyo

(71) Applicant: Ricoh Co. Ltd.

1-3-6 Nakamagome, Oota-ku, Tokyo

All Languages Ltd

BEST AVAILABLE COPY

## DETAILS

1. Name of the Invention

**BELT DRIVE**

2. Scope of Patent Application

- (1) In a belt drive, the power of the crank pulley is conveyed to a cam pulley via a belt. This belt drive is characterized by an eccentric intermediate pulley that rotates at the same frequency as the crank pulley when the latter rotates irregularly. The eccentric intermediate pulley is situated such that the phases of the crank pulley's irregular rotational frequency and the intermediate pulley's irregular rotational frequency due to its eccentricity cancel each other out at the belt's tight side.

3. Detailed Description of the Invention

[Scope of Industrial Applications]

This invention relates to a belt drive that can be used in precision motor technology applications, such as office computer equipment and industrial equipment.

[Previous Technology]

Figures 7 and 8 illustrate examples of previous belt drives that activate a cam pulley by transmitting the rotational force of the crank pulley to the cam pulley via a belt. In Figure 7, the rotational force of the crank pulley 1 is conveyed to the

**All Languages Ltd**

belt 2, which drives the cam pulleys 3 and 4. On the other hand, in Figure 8, the rotational force of the crank pulley 1 is conveyed to 2 belts 2. Each belt 2 drives the cam pulleys 3 and 4 respectively. This belt drive also has a tightener 5.

However, there is a deficiency in the mechanism described in Figure 7. The cam pulley 3, which rotates upwards towards the crank pulley 1, acts as an intermediate pulley for the cam pulley 4, towards which the crank pulley rotates downwards. If there is eccentricity in the cam pulley 3, the variance in the track of the belt 2 is absorbed by the tightener 5. Hence, as shown by the dotted line in Figure 7, if the cam pulley 3 has an outward eccentricity measuring  $\Delta r$ , the tightener 5 will shift outwards by that distance, and the rotational velocity of the cam pulley 4 will increase by  $\Delta v$ . Consequently, whenever a precision drive is required, the mechanism described in Figure 8 is normally employed to avoid an intermediate pulley intervening between the crank pulley 1 and the cam pulleys 3 and 4.

[Problems That the Invention Attempts to Solve]

The purpose of a belt drive is to impart the crank pulley's rotation precisely to the cam pulley. When precise rotational motion excluding any irregularity in the cam pulley's rotation is required, the optimization of the rotational precision of the crank pulley itself becomes essential. However, improving the precision of a belt drive, including the crank pulley, is very costly. Therein lies the deficiency of the previous technology.

All Languages Ltd

Hence, this invention attempts to achieve high precision rotational motion by absorbing the crank pulley's rotational irregularity without the use of an expensive high-precision belt drive.

[Methods Used to Solve the Problems]

- (2) In order to solve the above-described problem, this invention is designed in the following manner. In a belt drive, the power of the crank pulley is conveyed to a cam pulley via a belt. This belt drive is characterized by an eccentric intermediate pulley that rotates at the same frequency as the crank pulley when the latter rotates irregularly. The eccentric intermediate pulley is situated such that the phases of the crank pulley's irregular rotational frequency and the intermediate pulley's irregular rotational frequency due to its eccentricity, cancel each other out at the belt's tight side.

[Effectiveness]

When the intermediate pulley is deliberately made to rotate at the same frequency as the irregular rotational frequency of the crank pulley, the phase of each rotational irregularity is reversed, resulting in the moderation of the crank pulley's irregular rotations. In this manner, precise rotational motion is achieved with a low-cost mechanism.

[Actual Examples]

Some examples of this invention are described below with the aid of diagrams.

All Languages Ltd

Figure 1 illustrates an example of this invention. In this belt drive, precise movement is required of the cam pulley 4. The belt 2 conveys the power of the crank pulley 1 to the cam pulley 4. On the tight side of the belt (the side that moves upwards in the direction of the crank pulley's rotation), an intermediate pulley 6 is installed to absorb the rotational irregularity of the crank pulley 1. The tightener 5 is the same as in Figures 7 and 8.

The intermediate pulley 6 is designed to act as an idler that bears no load or to drive a load that does not require precision in rotational irregularity. Moreover, it is deliberately designed to be eccentric, with a pitch that causes it to rotate at the same frequency as the main component of the irregular rotational frequency of the crank pulley 1. It is also designed to have a reverse phase. In this actual example, the pitch diameters of the crank pulley 1 and the intermediate pulley 6 are identical, thus enabling the intermediate pulley to counteract each rotational irregularity of the crank pulley 1.

In the following section, the operational principles of the above-described belt drive are explained with the aid of Figure 2.

In Figure 2(A), the rotational irregularity of the cam pulley 4 that is caused by the rotational irregularity of the crank pulley 1 is represented in the form of sine waves. In the past, this irregularity could only be eliminated by improving the rotational precision of the drive mechanism, including the crank pulley 1. In the figure, T represents the time interval of 1 cycle.

All Languages Ltd

Figure 2(B) illustrates the state of the rotational irregularity deliberately caused by the eccentric intermediate pulley 6 situated between the crank pulley 1 and the cam pulley 4. The solid line represents the identical phase, while the dotted line represents the reverse phase. The size of the irregularity is determined by the degree of eccentricity, while the frequency is determined by the rotational frequency of the intermediate pulley 6. Moreover, since the crank pulley 1 and the intermediate pulley 6 are connected by the belt 2, the phase of the rotational irregularity due to the crank pulley 1 is determined by the angle at which the intermediate pulley is installed in relation to crank pulley 1.

Figure 2(C) represents the state of the rotational irregularity resulting in the cam pulley 4 when the rotational irregularities shown in Figure 2(A) and (C) are combined. Each time the phase angle shifts  $130^\circ$ , the irregularities reinforce each other, or moderate each other.

Accordingly, this invention enables the moderation and absorption of the rotational irregularity of the crank pulley 1 and the precise transmission of rotational force to the cam pulley 4, by installing the intermediate pulley 6 on the tight side of the belt 2, between the crank pulley 1 and the cam pulley 4. The intermediate pulley 6 is caused to rotate at the same irregular rotational frequency as that of the crank pulley 1, and the phases of the respective rotational irregularities are reversed.

Figure 3 illustrates an actual experimental model that moderates the above-described rotational irregularity of the crank pulley 1. Two

All Languages Ltd

intermediate pulleys 6, 6' are situated at the tight side of the belt 2, between the crank pulley 1 and the cam pulley 4. Both crank pulley 1 and the intermediate pulley 6 have the same frequency of 1.25Hz, while the intermediate pulley 6' has a frequency of 2.75Hz and the cam pulley 4 has a frequency of 0.5Hz.

Figures 4(A)-(G) show the phase angle every 45° between the crank pulley 1 and the intermediate pulley 6 in the above-described actual model. Figures 5(A)-(G) show the state of the rotational irregularity at each angle. Figure 6 is an enlargement of Figure 5(G), which is representative of Figures 5(A)-(G). Section 4a represents the rotational irregularity resulting in the cam pulley 4 caused by the crank pulley 1 and the intermediate pulley 6, while Section 4b represents the rotational irregularity resulting in the cam pulley 4 caused by the intermediate pulley 6'.

As clearly shown by Figures 4-6, by causing the rotational irregularities of the crank pulley 1 and the eccentric intermediate pulleys 6, 6' to cancel each other out, high-precision rotational motion can be achieved, even with a low-cost and low-precision drive.

An idler is commonly used in a belt drive. Even if the idler is not deliberately made to be eccentric, by its very nature, it eventually becomes more or less eccentric. Furthermore, there are times when it is installed in such a way that, in its phase adjustment with the crank pulley, the phase is reversed by chance. However, the main characteristic of this invention is

All Languages Ltd

the deliberate installation of an intermediate pulley that is intentionally made to be eccentric in order to suppress rotational irregularity between the crank pulley and the cam pulley.

In the actual example of Figure 1, one intermediate pulley is placed between the crank pulley and the cam pulley. In the actual model of Figure 3, two intermediate pulleys are used. The number of intermediate pulleys used is optional. As long as the main principles of this invention are respected, various modifications are, of course, possible.

[Effectiveness of the Invention]

In the belt drive of this invention as described above, an eccentric intermediate pulley is installed on the tight side of the belt, between the crank pulley and the cam pulley. It rotates at the same frequency as that of the crank pulley's irregular rotation. The installation of at least 1 intermediate pulley causes the mutual phase reversal of both rotational irregularities. Thus, the intermediate pulley moderates and absorbs the crank pulley's rotational irregularities. In this manner, high-precision rotational motion can be achieved without using an expensive high-precision drive. This invention offers a low-cost drive providing those superior benefits.

[Brief Description of the Diagrams]

Figure 1 shows the outline of an actual example of the belt drive in this invention. Figure 2 illustrates various states of rotational irregularity: (A) the rotational irregularity in the cam pulley caused by the crank pulley; (B)

All Languages Ltd



the rotational irregularity in the cam pulley caused by the intermediate pulley; and (C) the result of combining (A) and (B). Figure 3 shows an actual model of the invention. Figures 4(A)-(G) illustrate the phase angle every 45° between the crank pulley and the intermediate pulley. Figures 5(A)-(G) illustrate the magnitude of the irregularities actually measured in the cases of Figures 4(A)-(G). Figure 6 is an enlargement of Figure 5(G), while Figures 7 and 8 are simplified diagrams respectively showing examples of previous belt drives.

- 1 - Crank pulley
- 2 - Belt
- 4 - Cam pulley
- 6, 6' - Intermediate Pulleys

**PATENT APPLICANT:**

Ricoh Co. Ltd.

-0-

All Languages Ltd

⑤ 日本国特許庁(JP)

⑥ 特許出願公開

⑦ 公開特許公報(A) 平4-165148

⑧ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑨ 公開 平成4年(1992)6月10日

F 16 H 7/02  
G 03 G 15/00

101

Z

7233-3J  
7635-2H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑩ 発明の名称 ベルト駆動装置

⑪ 特 願 平2-289315

⑫ 出 願 平2(1990)10月26日

⑬ 発 明 者 街 藤 伸 治 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
⑭ 出 願 人 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

明 細 書

## 1. 発明の名称

ベルト駆動装置

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 原動機の動力をベルトによって従動機に伝えるようにしてあるベルト駆動装置において、上記原動機の回転むらの周波数と同じ周波数で回転するようにした歯芯を有する中間プーリーを、上記ベルトの張り側に、従動機のもつ回転むらと中間プーリーの歯芯により発生する回転むらが互いに逆位相となるように配置してなることを特徴とするベルト駆動装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【発明上の利用分野】

本発明はOA機器や産業機器等の精密駆動技術分野で用いるベルト駆動装置に関するものである。

## 【従来の技術】

原動機の回転を従動機からベルトを介して従動機に伝達して従動機を駆動するようにしたベ

ルト駆動装置としては、たとえば、第7図に示す如き方式や第8図に示す如き方式が従来より知られている。すなわち、第7図に示す方式は、原動機1の回転を1本のベルト1に伝え、該ベルト2により従動機である従動機3と1を駆動するようにしたものであり、一方、第8図に示す方式は、原動機1の回転を2本のベルト2に伝え、該各ベルト2により従動機3と1を個々に駆動するようにしたものである。なお、1はタイトナーを示す。

しかし、上記第7図に示す方式の場合、原動機1の下流に位置する従動機3に対して原動機1の上流に位置する従動機3が中間プーリーとして機能するため、従動機3に歯芯があると、ベルト1の軌道が変化した分がタイトナー3で吸収されることにより従動機3に回転むらが発生する欠点がある。すなわち、従動機3が、第7図の二点鎖線で示す如く、歯芯を1/2をもちて外側に偏位した場合、その分タイトナー3が外側へ変位するため、従動機3の回転は1/2

- 1 -

-285-

- 2 -

け遅くなる。したがって、前後運動が要求される場合には、原動車1と従動車2、1との間に中間プーリーを介さない車8両の方式をとるのが一般的であった。

【発明が解決しようとする課題】

ところが、ベルト駆動装置は、原動車の回転を正確に従動車に伝達することを目的としたものであるため、従動車に回転むらのない精密な回転運動が要求された場合には、原動車自体の回転むら精度の向上が必須となることから、原動車を含む駆動側の精度向上によって高精度なものになってしまうという欠点がある。

そこで、本発明は、原動車の回転むらを吸収するようにすることにより高精度で高精度な駆動機を用いなくても高精度の回転運動が得られるようにしようとするものである。

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、原動車の動力をベルトによって従動車に伝えるようにしてあるベルト駆動装置において、上記駆動

- 3 -

（原動車1の回転方向上流側）に、上記原動車1の回転むらを吸収できるようにした中間プーリーを設ける。3は第7図及び第8図に於けるものと略同なタイターを示す。

詳述すると、上記中間プーリー1は、自問をもたないダイドラーあるいは回転むらの精度を要求しない負荷を駆動するようにしたものであり、且つ意図的に設けた歯を有する構成とし、更に、原動車1の回転むらの半周波数成分と同じ周波数で回転するビッチ円柱でしかも逆位相となるように取り付けられている。本実施例では、原動車1のビッチ円柱と中間プーリー1のビッチ円柱を同一とすることにより、原動車1の1回転で生じる回転むらに対応させられるようにしている。

次に、上記構成とした本発明のベルト駆動装置の作動原理を第2図を参照して説明する。

第2図内は原動車1の回転むらにより従動車2に生じた回転むらをサイン波で近似させて示したものである。これは、従来では、原動車1

- 5 -

特開平 4- 165148(2)

車の回転むらの周波数と同じ周波数で回転するようにした歯を有する中間プーリーを、上記ベルトの張り側、原動車のらつ回転むらと中間プーリーの歯により発生する回転むらが互いに逆位相となるように配列してなる構成とする。

【作 用】

原動車の有する回転むらの周波数と同じ周波数の回転むらを中間プーリーで逆位的に発生させると、各々の回転むらの位相が逆位相となるようにしてあるため、原動車のらつ回転むらが緩和される結果、高精度な構成で高精度な回転運動が得られることになる。

【実 施 例】

以下、本発明の実施例を断面を参照して説明する。

第1図は本発明の一実施例を示すもので、原動車1の動力を精密運動が要求される従動車2にベルト2によって伝えるようにしてあるベルト駆動装置において、上記ベルト2の張り側

- 4 -

を含む原動車の回転の精度を上げるしか取り除くことはできなかったものである。なお、7は1周の時間間隔を示す。

第2図内は、原動車1と従動車2との間に挿入した歯を有する中間プーリー1により発生させた回転むらの状態を示すもので、実際は同位相になったときを、X、矢印は逆位相になったときを示すものである。回転むらの大きさは歯の歯で決まり、周波数は中間プーリー1の回転数により決まる。更に、原動車1による回転むらに対する位相は、原動車1と中間プーリー1がベルト2にて連結されるものであることから、原動車1に対する中間プーリー1の取付角により決まる。

第2図内は、第2図内4の回転むらを合成したとき、従動車2に生じる回転むらの状態を示すものである。位相角が180°ずれる際に回転むらは互いに打ち消し合ったり緩和し合ったりすることがわかる。

したがって、本発明においては、原動車1の

- 6 -

-285-

有する回転むらの幅被取と同じ回転むらの幅なりを駆動車1と従動車1の間のベルト1の張り側に付した中間プーリー6で意図的に発生させた両者の回転むらの位相を逆位相とすることにより、駆動車1のもつ回転むらと緩和吸収することができ、従動車1に均質な回転運動を伝えることができる。

第3図は上記駆動車1の回転むらを緩和するための実施を行った装置のモデルを示すもので、駆動車1と従動車1の間のベルト1の張り側に、2つの中間プーリー6,6を配置したものである。なお、実施例は、駆動車1及び中間プーリー6が1.25mm、中間プーリー6が2.75mm、従動車1が1.5mmとしてある。

第4図内～図は上記実施による駆動車1と中間プーリー6の13°の位相角の状態を示し、第5図内～図はそのときの回転むらの状態を示す。又、第6図は第5図内～図を拡大して示す第5図の拡大図であり、1は駆動車1と中間プーリー6により従動車1に生じる回転むら

- 7 -

であること、その根本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 1. 発明の概要

以上述べた如く、本発明のベルト駆動装置によれば、駆動車と従動車との間のベルトの張り側に、駆動車の回転むらの幅被取と同じ幅被取で回転するようにした両者をもち中間プーリーを、互いの回転むらが逆位相となるように少なくとも1個以上配置したので、中間プーリーにより駆動車の回転むらと緩和吸収することができ、高精度で高質な駆動運動を用いなくても、高質の回転運動を得ることができ、安価な装置を提供することができる、という優れた効果を発揮する。

#### 2. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のベルト駆動装置の一実施例を示す概略図、第2図は回転むらの発生状態を示すもので、図は駆動車により従動車に生じる回転むら、図は中間プーリーにより従動車に

- 9 -

#### 特開平 4-165148(3)

を示し、図は中間プーリー6により従動車に生じる回転むらを示す。

これら、第4図乃至第6図から明らかな如く、駆動車1の回転むらに対して位相をずらす中間プーリー6,6の回転むらを互いに打ち消すように作用させることで、精度の低い安価な駆動車でも高質の回転運動が得られる。

図に、ベルト駆動装置内にアイドラーを用いることは公知である。又、アイドラーの個数は意図的に付けなくても多かれ少なかれ自然に付いてしまう。又、駆動車との位相調整も既述の位相になるように取り付く場合がある。しかし、駆動車と従動車との間に、個数を意図的にした中間プーリーを、回転むらを抑えるために意図的に導入配置することが、本発明の特徴とするところである。

なお、第1図の実施例では、駆動車と従動車の間に中間プーリーを1つ配置した場合を示し、第3図の実施例のモデルでは中間プーリーを2つ配置した場合を示したが、その数は任意に設定

- 8 -

生じる回転むら、図は図1と図2を含んだ後の回転むらとをそれぞれ示す図、第3図は実施例のモデル図、第4図内～図は駆動車と中間プーリーの13°の位相角のずれ状態を示す図、第5図内～図は、第4図内～図に対応した実施による回転むらの測定値を示す図、第6図は第5図の拡大図、第7図及び第8図はいずれも従来のベルト駆動装置の例を示す概略図である。

1…駆動車、2…ベルト、3…従動車、6,6…中間プーリー。

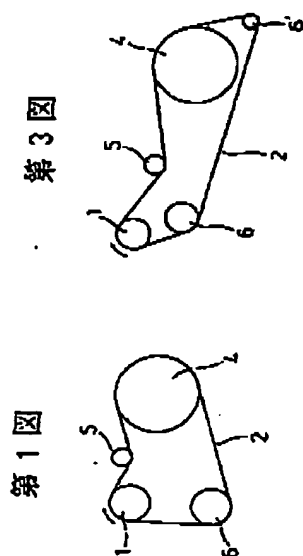
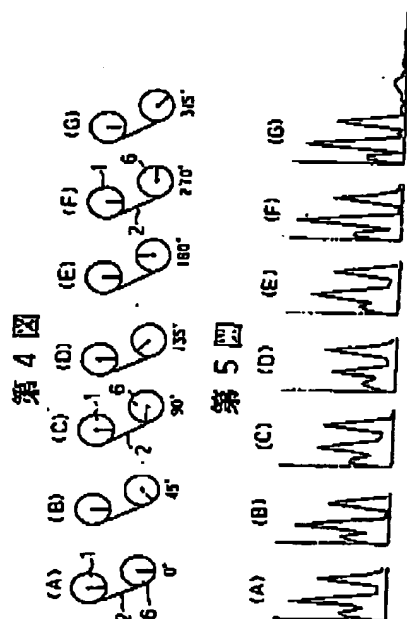
特 許 出 願 人

株式会社 リ コ

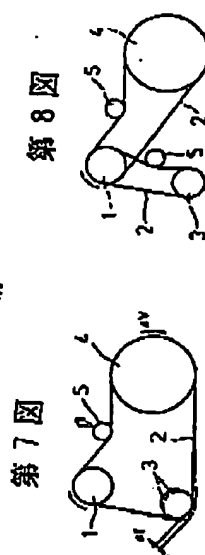
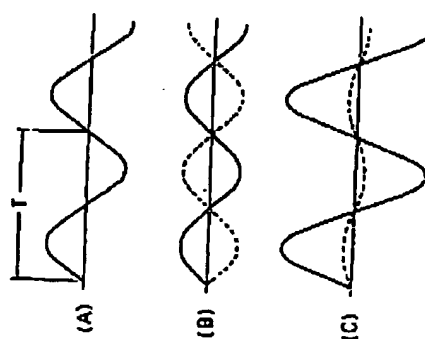
- 287 -

- 10 -

特開平 4-165148(4)



第 2 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**